

#2  
Priority  
Paper

PATENT 2-18-00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Shigeo OHSAKA et al.**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **December 8, 1999**

For: **ELECTRODE STRUCTURE, PROCESS FOR FABRICATING ELECTRODE  
STRUCTURE AND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**



Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

December 8, 1999

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 11-073500, filed on March 18, 1999**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON

Mel R. Quintos  
Reg. No. 31,898

Atty. Docket No.: 991387  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
MRQ/yap

# 日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 3月18日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第073500号

出 願 人

Applicant (s):

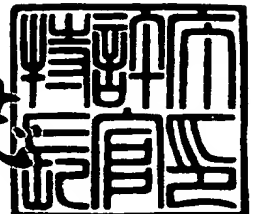
富士通カンタムデバイス株式会社



1999年 6月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3045864

【書類名】 特許願

【整理番号】 9804289

【提出日】 平成11年 3月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/025

【発明の名称】 電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置

【請求項の数】 13

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原 1000番地 富士  
通カンタムデバイス株式会社内

    【氏名】 大坂 重雄

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原 1000番地 富士  
通カンタムデバイス株式会社内

    【氏名】 堂本 新一

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原 1000番地 富士  
通カンタムデバイス株式会社内

    【氏名】 岡田 亘正

【特許出願人】

    【識別番号】 000154325

    【氏名又は名称】 富士通カンタムデバイス株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100087479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 北野 好人

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003300

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723273

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下地基板の上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、

前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜と、前記第 1 の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第 2 の膜とを有する

ことを特徴とする電極構造。

【請求項 2】 下地基板の上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、

前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第 1 の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 2 の膜と、前記第 2 の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有する

ことを特徴とする電極構造。

【請求項 3】 下地基板の上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、

前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜と、前記第 1 の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第 2 の膜とを有する

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の半導体発光装置において、  
前記第 1 の膜は、前記柱の上面にも形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 5】 下地基板の上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、

前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有する

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項6】 請求項5記載の半導体発光装置において、

前記第2の膜は、前記第1の膜の上面にも形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項7】 請求項3乃至6のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記導電膜は、絶縁材料より成る第3の膜を介して前記絶縁膜上に形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項8】 請求項3乃至7のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記導電膜は、ボンディングパッドである

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項9】 請求項3乃至8のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記絶縁膜は、前記下地基板に形成された、前記ポリイミドより硬度の高い材料より成る層の上に形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項10】 導波路と、前記導波路の下方に形成された下部電極と、前記導波路の上方に形成された上部電極とを有する半導体発光装置であって、

前記上部電極は、請求項1又は2記載の電極構造を有する

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項11】 請求項10記載の半導体発光装置において、

前記導波路の側部に形成された高抵抗層を更に有し、

前記高抵抗層上に、請求項1又は2記載の電極構造が形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 12】 下地基板の上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、

前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板の上に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程と、前記柱の側面に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜を形成する工程と、前記第 1 の膜の間を埋め込むようにポリイミドより成る第 2 の膜を形成する工程とを有する

ことを特徴とする電極構造の製造方法。

【請求項 13】 下地基板の上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、

前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板の上に、ポリイミドより成り、前記下地基板に達する複数の開口部を有する第 1 の膜を形成する工程と、前記開口部の内壁に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 2 の膜を形成する工程と、前記第 2 の膜が形成された前記開口部内に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程とを有する

ことを特徴とする電極構造の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置に係り、特に下地との間の寄生容量を低減することができる電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、高速・大容量の情報伝送が可能な半導体レーザ装置を用いた光通信が注目されている。半導体レーザ装置は、素子の上面と下面とにそれぞれ電極が形成された構造が一般的である。上面の電極にはボンディングパッドが接続されており、このボンディングパッドにはボンディングワイヤが接合される。ボンディングパッドに接合されたボンディングワイヤを介し、半導体レーザ装置の変調器領

域に変調信号が供給される。

【0003】

近年では、情報処理量の大容量化に対応すべく、通信速度の更なる高速化が求められている。そして、通信速度を更に高速化するためには、変調信号として更に周波数の高い信号を用いることが必要とされる。

【0004】

しかし、変調信号を更に高周波化するためには、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減しなければならない。波形の立上りや立ち下りの遅れは、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量に応じて生ずるため、変調信号を高周波化した場合には、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量による応答の遅れを無視し得なくなるからである。

【0005】

そこで、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減すべく、ボンディングパッドの面積を小さくすることが提案されている。ボンディングパッドの面積を小さくすれば、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ボンディングパッドの面積を小さくすることには一定の限界がある。即ち、ボンディングワイヤをボンディングパッドに接合するためには一定面積が必要であり、ボンディングのための面積を考慮すると、一定面積以下にボンディングパッドを小さくすることはできないからである。このため、ボンディングパッドの面積を小さくする方法によっては、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量は1 pF程度までしか低減できず、この場合には、変調周波数は2.5 GHz程度までにしか高められなかった。近時では、変調速度を10 GHz程度まで高くすることが求められているが、変調速度を10 GHz程度まで高くすることはボンディングパッドの面積を小さくすることによっては困難であった。

【0007】



本発明の目的は、下地との間の寄生抵抗を低減しうる電極構造及びその製造方法並びに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減するためには、ボンディングパッドの下に厚い絶縁膜を形成することが考えられる。

【0009】

しかし、シリコン酸化膜等をボンディングパッドの下に厚く形成した場合には、ボンディングの際に加わる力でシリコン酸化膜等が破損してしまい、ボンディングパッドが剥がれてしまう。

【0010】

そこで、強い力が加わっても破損しにくく、しかも厚く形成することができるポリイミド層を、ボンディングパッドの下に形成することが考えられる。ポリイミド層は柔軟性の高い材料であるので、ボンディングの際の衝撃により破損してしまうことはないと考えられる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成した半導体レーザ装置を図14を用いて説明する。

【0011】

図14に示すように、基板110上には、シリコン窒化膜134が形成されており、シリコン窒化膜134上には、厚いポリイミド層136が形成されている。ポリイミド層136の上面及び側面には、シリコン窒化膜138が形成されている。

【0012】

図14に示す半導体レーザ装置で、ポリイミド層136の下面、側面及び上面をシリコン窒化膜134、138で覆っているのは、ポリイミド層136が下地に対する密着性が低く、吸湿性が高いからである。図14に示す半導体レーザ装置では、ポリイミド層136の下面、側面、及び上面がシリコン窒化膜134、136により覆われているので、ポリイミド層136の下地に対する密着性を確保することができ、製造プロセスでポリイミド層138に水分を吸収されるのを抑制することができる。そして、シリコン窒化膜138上には、ボンディングパ

ッド 124 が形成されている。

【0013】

しかし、図 14 に示すようにボンディングパッド 124 の下に厚いポリイミド層 136 を形成した場合には、ボンディングの際に例えば  $500 \text{ kg/cm}^2$  もの衝撃がポリイミド層 136 に加わるため、ポリイミド層 136 が歪んでしまう。そして、これに伴い、シリコン窒化膜 138 が破損してしまう。破損したシリコン窒化膜 138 とボンディングパッド 124 との間では、もはや良好な密着性は得られない。この結果、ボンディングパッド 124 がシリコン窒化膜 138 上から剥がれてしまう。このように、単にボンディングパッド 124 の下に厚いポリイミド層 136 を形成したのでは、信頼性の高い半導体レーザ装置を得ることは困難である。

【0014】

そこで、本願発明者らは、鋭意検討を行った結果、ポリイミド層を厚く形成した場合であってもボンディングの際の衝撃に耐え得る技術に想到した。

【0015】

即ち、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜と、前記第 1 の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第 2 の膜とを有することを特徴とする電極構造により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【0016】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第 1 の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬

度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有することを特徴とする電極構造により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0017】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜と、前記第1の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜とを有することを特徴とする半導体発光装置により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0018】

また、上記の半導体発光装置において、前記第1の膜は、前記柱の上面にも形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングの際に柱に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを抑制することができる。

## 【0019】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が

形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有することを特徴とする半導体発光装置により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0020】

また、上記の半導体発光装置において、前記第2の膜は、前記第1の膜の上面にも形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングの際に第1の膜に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを抑制することができる。

## 【0021】

また、上記の半導体発光装置において、前記導電膜は、絶縁材料より成る第3の膜を介して前記絶縁膜上に形成されていることが望ましい。これにより、導電膜の密着性を向上することができる。

## 【0022】

また、上記の半導体発光装置において、前記導電膜は、ボンディングパッドであることが望ましい。これにより、下地との寄生容量の小さいボンディングパッドを提供することができる。

## 【0023】

また、上記の半導体発光装置において、前記絶縁膜は、前記下地基板に形成された、前記ポリイミドより硬度の高い材料より成る層の上に形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングワイヤ等を確実に電極上に接合することが可能となる。

## 【0024】

また、上記目的は、導波路と、前記導波路の下方に形成された下部電極と、前記導波路の上方に形成された上部電極とを有する半導体発光装置であって、前記上部電極は、請求項1又は2記載の電極構造を有することを特徴とする半導体発

光装置により達成される。これにより、半導体発光装置に高周波を用いることが可能となる。

【0025】

また、上記の半導体発光装置において、前記導波路の側部に形成された高抵抗層を更に有し、前記高抵抗層上に、請求項1又は2記載の電極構造が形成されていることが望ましい。これにより、さらに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供することができる。

【0026】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程と、前記柱の側面に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜を形成する工程と、前記第1の膜の間を埋め込むようにポリイミドより成る第2の膜を形成する工程とを有することを特徴とする電極構造の製造方法により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されるので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【0027】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成り、前記下地基板に達する複数の開口部を有する第1の膜を形成する工程と、前記開口部の内壁に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜を形成する工程と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程とを有することを特徴とする電極構造の製造方法により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の

膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されるので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【0028】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

本発明の第1実施形態による半導体発光装置を図1乃至図5を用いて説明する。図1は、本実施形態による半導体発光装置を示す斜視図である。図2(a)は、ボンディングパッド近傍の断面図、具体的には、図1に示す本実施形態による半導体発光装置のA-A'断面図であり、図2(b)は、ボンディングパッド近傍の平面図である。なお、図2(b)では、一部の構成要素が省略されている。図3乃至図5は、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図である。

【0029】

(半導体発光装置)

まず、本実施形態による半導体発光装置を図1を用いて説明する。なお、本実施形態では、半導体発光装置に本発明を適用する場合を例に説明するが、本発明は、半導体発光装置のみならず、ボンディング等の際にボンディングパッド等の電極に強い力が加わるあらゆる半導体装置に広く適用することができるものである。

【0030】

図1に示すように、InPより成る基板10上には、ガイド層12が形成されており、ガイド層12上には、MQW光吸収層14aとMQW活性層14bとが形成されている。MQW光吸収層14a上及びMQW活性層14b上には、クラッド層16が形成されており、クラッド層16上には、クラッド層17が形成されている。クラッド層17上には、キャップ層18a、18bが形成されている。キャップ層18a、18bは分離領域22には形成されておらず、キャップ層18a、18bは分離領域22において互いに分離されている。基板10下には

、Au/Ge/Au膜より成る電極8が形成されている。

【0031】

キャップ層18a、18b、クラッド層17、16、MQW活性層14b、MQW光吸収層14a、ガイド層12、及び基板10は、メサエッチングされており、メサ状の導波路が構成されている。メサ状の導波路の両側には、InPより成る高抵抗埋め込み層30が形成されている。

【0032】

高抵抗埋め込み層30上には、シリコン酸化膜32が形成されている。シリコン酸化膜32は、分離領域22においてクラッド層17上にも形成されている。

【0033】

キャップ層18a、18b上には、それぞれAu/Pt/Ti膜より成る電極24a、24bが形成されており、電極24a、24bは分離領域22には形成されていない。従って、変調器領域26とDFB (Distributed FeedBack、分布帰還型) レーザ領域28とが分離領域22において電氣的に分離されている。

【0034】

変調器領域26では、シリコン酸化膜32上に、後述するようなポリイミド層36、40、及びシリコン窒化膜38が形成されている。ポリイミド層36、40、及びシリコン窒化膜38上には、ボンディングパッド24cが形成されており、ボンディングパッド24cは電極24aに接続されている。ボンディングパッド24cの下に、厚いポリイミド層36等が形成されているので、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができる。本実施形態によれば、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができるので、高い変調周波数を用いることが可能となる。

【0035】

また、DFBレーザ領域28において、シリコン酸化膜32上にはボンディングパッド24dが形成されており、ボンディングパッド24dは電極24bに接続されている。DFBレーザ領域28では高周波信号を用いないため、ボンディングパッド24dと下地との間の寄生容量を考慮する必要はない。

【0036】

次に、変調器領域 26 のボンディングパッド 24 c の近傍の構造を図 2 を用いて説明する。図 2 (a) は、ボンディングパッド 24 c の近傍の断面図、具体的には、図 1 における A-A' 線断面図である。図 2 (b) は、ボンディングパッド 24 c の近傍を示す平面図である。

## 【0037】

図 2 (a) に示すように、基板 10 上には、高抵抗埋め込み層 30 が形成されており、高抵抗埋め込み層 30 上には、膜厚 300 nm のシリコン酸化膜 32 が形成されている。シリコン酸化膜 32 上には、膜厚 200 nm のシリコン窒化膜 34 が形成されている。

## 【0038】

シリコン窒化膜 34 上には、円柱状にパターニングされたポリイミド層 36 が形成されている。円柱状のポリイミド層 36 の高さは、例えば 2  $\mu$ m とすることができる。本実施形態でポリイミド層 36 を用いているのは、ポリイミド層 36 は柔軟性の高い材料であるため、厚く形成した場合であってもボンディング等の衝撃により破損してしまうことがないからである。シリコン酸化膜等の柔軟性の低い膜をボンディングパッド 24 c の下に厚く形成した場合には、かかるシリコン酸化膜等は柔軟性が低いためボンディングの際の衝撃により破損してしまう。

## 【0039】

円柱状のポリイミド層 36 が複数形成されたシリコン窒化膜 34 上の全面には、膜厚 300 nm のシリコン窒化膜 38 が形成されている。シリコン窒化膜 38 は、円柱状のポリイミド層 36 の側面にも形成されている。シリコン窒化膜 38 はポリイミド層より硬度の高い膜である。硬度の高いシリコン窒化膜 38 が円柱状のポリイミド層 36 の側面に形成されているので、ボンディングによりボンディングパッド 24 c に強い力が加わってもポリイミド層 36 が歪んでしまうのを抑制することができる。シリコン窒化膜 38 は、硬度の高い膜であるが、膜厚 300 nm と薄く形成されているので、ボンディングの衝撃によって破損してしまうことはない。

## 【0040】

シリコン窒化膜 38 上には、更に全面に、ポリイミド層 40 が形成されている



。円柱状のポリイミド層 36 の上方におけるポリイミド層 40 の膜厚は、例えば 100 nm 程度と薄くなっている。ポリイミド層 40 上には、全面に、シリコン窒化膜 42 が形成されており、シリコン窒化膜 42 上には、ボンディングパッド 24 c が形成されている。

#### 【0041】

このように、本実施形態によれば、円柱状に形成されたポリイミド層 36 の側面に硬度の高いシリコン窒化膜 38 を形成するので、ボンディングの際にボンディングパッド 24 c に強い力が加わっても、ポリイミド層 36 が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッド 24 c が剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッド 24 c の下に厚いポリイミド層 36、40 が形成されているので、ボンディングパッド 24 c と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波の変調信号を用いることが可能となる。従って、本実施形態によれば、高い変調周波数の半導体発光装置を提供することができる。

#### 【0042】

##### （半導体発光装置の製造方法）

次に、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を図 3 乃至図 5 を用いて説明する。

#### 【0043】

まず、InP より成る基板 10 上に、ガイド層 12、MQW 光吸収層 14 a、MQW 活性層 14 b、クラッド層 16、クラッド層 17、キャップ層 18 a、18 b を順次形成する。

#### 【0044】

次に、キャップ層 18 a、18 b、クラッド層 17、16、MQW 活性層 14 b、MQW 光吸収層 14 a、ガイド層 12、及び基板 10 をメサエッチングする。次に、メサの両側に、InP より成る高抵抗埋め込み層 30 を形成する。

#### 【0045】

次に、キャップ層 18 a、18 b をパターンニングすることにより、分離領域 2 においてキャップ層 18 a、18 b を分離する。

## 【0046】

次に、全面に、CVD (Chemical Vapor Deposition、化学気相堆積) 法により、膜厚 300 nm のシリコン酸化膜 32 を形成する。次に、シリコン酸化膜 32 上に、CVD 法により、膜厚 200 nm のシリコン窒化膜 34 を形成する。

## 【0047】

次に、シリコン窒化膜 34 上の全面に、スピコート法により、ポリイミド層 36 を形成する。次に、約 400℃ の熱処理を行い、ポリイミド層 36 を硬化する。こうして、膜厚約 2 μm のポリイミド層 36 が形成される (図 3 (a) 参照)。

## 【0048】

次に、フォトリソグラフィ技術を用い、ポリイミド層 36 を円柱状にパターニングする。円柱の直径は例えば 5 μm、円柱の間隔は例えば 10 μm とすることができる。ポリイミド層 36 をパターニングする際には、例えばプラズマ放電を用いたドライエッチングを用いることができる。エッチングガスには、CF<sub>4</sub> ガスと O<sub>2</sub> ガスとの混合ガスを用いることができる。こうして、ボンディングパッド 24 c の近傍の例えば 100 μm × 100 μm の範囲内に、円柱状のポリイミド層 36 が例えば 100 本形成される (図 3 (b) 参照)。

## 【0049】

次に、全面に、CVD 法により、膜厚 300 nm のシリコン窒化膜 38 を形成する (図 4 (a) 参照)。

## 【0050】

次に、全面に、スピコート法により、ポリイミド層 40 を形成する。本実施形態では、ポリイミド層 36 が円柱状に形成されているので、ポリイミド層 40 を形成する際にポリイミド層 40 の表面にムラが生じにくくなり、表面が平坦なポリイミド層 40 が形成される。次に、約 400℃ の熱処理を行い、ポリイミド層 40 を硬化する。なお、円柱状のポリイミド層 36 上においては、ポリイミド層 40 の膜厚は例えば 100 nm 程度となる (図 4 (b) 参照)。

## 【0051】

次に、全面に、CVD 法により、膜厚 200 nm のシリコン窒化膜 42 を形成

する。

【0052】

次に、キャップ層 18 a、18 b（図 1 参照）に達する開口部を形成する。この開口部は、電極 24 a、24 b をキャップ層 18 a、18 b に接続するためのものである。

【0053】

次に、図 5 に示すように、シリコン窒化膜 42 上に、蒸着法により、膜厚 100 nm の Ti 膜、膜厚 70 nm の Pt 膜、膜厚 500 nm の Au 膜を順次成膜し、Au/Pt/Ti 膜より成る電極 24 a、24 b 及びボンディングパッド 24 c、24 d を形成する。こうして、本実施形態による半導体発光装置が製造される（図 5 参照）。

【0054】

（変形例（その 1））

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例（その 1）を図 6 を用いて説明する。図 6（a）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図であり、図 6（b）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。図 6（b）において、一部の構成要素は省略されている。

【0055】

図 6（a）及び図 6（b）に示すように、本変形例による半導体発光装置では、ポリイミド層 36 a が四角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

【0056】

本変形例によれば、ポリイミド層 36 a をパターニングする際に四角形のパターンを形成すればよい。図 2 に示す本実施形態による半導体発光装置では、ポリイミド層 36 の形状が円柱状なので、丸いパターンを形成してポリイミド層 36 をエッチングする必要があるが、本変形例では四角形のパターンを形成すればよい。パターン描画装置の性能上、丸いパターンを微細に形成するのは困難であるが、四角形のパターンは微細に形成するのが容易である。

【0057】

従って、本変形例によれば、微細な半導体発光装置に適用することが可能となる。

## 【0058】

## (変形例(その2))

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例(その2)を図7を用いて説明する。図7(a)は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図であり、図7(b)は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。なお、図7(b)において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0059】

図7(a)に示すように、本変形例による半導体発光装置は、ポリイミド層36bが六角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

## 【0060】

本変形例ではポリイミド層36bが六角柱状に形成されているので、シリコン窒化膜38の基板10に沿った断面が六角形を構成する。従って、本具体例によれば、ボンディングにより加えられる力に対するシリコン窒化膜38の耐力を強くすることができる。

## 【0061】

## [第2実施形態]

本発明の第2実施形態による半導体発光装置及びその製造方法を図8乃至図11を用いて説明する。図8は、本実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。図9乃至図11は、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図である。図1乃至図7に示す第1実施形態による半導体発光装置及びその製造方法と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略または簡潔にする。

## 【0062】

本実施形態による半導体発光装置は、ポリイミド層36cに形成された開口部44の内壁にシリコン窒化膜38が形成されていることに主な特徴がある。

## 【0063】

図 8 (a) に示すように、ポリイミド層 36c には、シリコン窒化膜 34 に達する開口部 44 が複数形成されている。開口部 44 の基板 10 に沿った断面形状は円形となっている。

## 【0064】

このように開口部 44 が形成されたポリイミド層 36c 上には、全面に、シリコン窒化膜 38 が形成されている。シリコン窒化膜 38 は、開口部 44 の内壁にも形成されている。シリコン窒化膜 38 が、開口部 44 の内壁に形成されているので、ボンディングパッド 24c に強い力が加わった場合であっても、ポリイミド層 36c が歪んでしまうのを抑制することができる。

## 【0065】

シリコン窒化膜 38 上には、全面に、ポリイミド層 40 が形成されている。ポリイミド層 40 は、シリコン窒化膜 38 が形成された開口部 44 内に埋め込まれている。ポリイミド層 40 上には、シリコン窒化膜 42、ボンディングパッド 24c が順次形成されている。

## 【0066】

このように本実施形態によれば、開口部 44 が複数形成されたポリイミド層 36c の内壁に、硬度の高いシリコン窒化膜 38 が形成されているので、ボンディングの際にボンディングパッド 24c に強い力が加わってもポリイミド層 36c が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッド 24c が剥がれてしまうのを防止することができる。ボンディングパッド 24c の下に厚いポリイミド層 36c、40 が形成されているので、ボンディングパッド 24c と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、変調信号として高周波の信号を用いることができる。従って、本実施形態によれば、変調周波数の高い半導体発光装置を提供することができる。

## 【0067】

(半導体発光装置の製造方法)

次に、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を図 9 乃至図 11 を用いて説明する。

## 【0068】

まず、シリコン窒化膜 34 を形成する工程までは、図 3 (a) に示す第 1 実施形態による半導体発光装置の製造方法と同様であるので、説明を省略する。

## 【0069】

次に、シリコン窒化膜 34 上の全面に、スピンコート法により、ポリイミド層 36 c を形成する。次に、約 400℃ の熱処理を行い、ポリイミド層 36 c を硬化する。こうして、膜厚約 2  $\mu\text{m}$  のポリイミド層 36 c が形成される (図 9 (a) 参照)。

## 【0070】

次に、フォトリソグラフィ技術を用い、ポリイミド層 36 c にシリコン窒化膜 34 に達する開口部 44 を形成する。開口部 44 の直径は例えば 5  $\mu\text{m}$ 、開口部 44 の間隔は例えば 15  $\mu\text{m}$  とすることができる。ポリイミド層 36 c に開口部 44 を形成する際には、例えばプラズマ放電を用いたドライエッチングを用いることができる。エッチングガスとしては、 $\text{CF}_4$  ガスと  $\text{O}_2$  ガスとの混合ガスを用いることができる。こうして、ボンディングパッド 24 c の近傍の 100  $\mu\text{m}$  × 100  $\mu\text{m}$  の範囲内に、例えば 49 個の開口部 44 が形成される (図 9 (b) 参照)。なお、後工程で開口部 44 内にポリイミドが確実に入り込むよう、ポリイミドの表面張力を考慮して、大きい開口部 44 を形成することが望ましい。

## 【0071】

次に、全面に、CVD 法により、膜厚 300 nm のシリコン窒化膜 38 を形成する (図 10 (a) 参照)。

## 【0072】

次に、全面に、スピンコート法により、ポリイミド層 40 を形成する。これにより、シリコン窒化膜 38 が形成された開口部 44 内に、ポリイミド層 40 が埋め込まれる。ポリイミド層 36 c 上におけるポリイミド層 40 の厚さは、例えば 300 nm 以下とする。次に、約 400℃ の熱処理を行い、ポリイミド層 40 を硬化する (図 10 (b) 参照)。

## 【0073】

次に、全面に、CVD 法により、膜厚 200 nm のシリコン窒化膜 42 を形成する。

## 【0074】

次に、キャップ層 18 a、18 b（図 1 参照）に達する開口部を形成する。この開口部は、電極 24 a、24 b をキャップ層 18 a、18 b に接続するためのものである。

## 【0075】

次に、シリコン窒化膜 42 上に、蒸着法により、第 1 実施形態と同様にして、Au/Pt/Ti 膜より成る電極 24 a、24 b 及びボンディングパッド 24 c、24 d を形成する。こうして、本実施形態による半導体発光装置が製造される。

## 【0076】

## （変形例（その 1））

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例（その 1）を図 12 を用いて説明する。図 12（a）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍の断面図であり、図 12（b）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍の平面図である。図 12（b）において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0077】

本変形例による半導体発光装置は、開口部 44 a の形状が四角形であることに主な特徴がある。

## 【0078】

本変形例によれば、ポリイミド層 36 d をパターンニングする際に四角形のパターンを形成すればよい。図 8 に示す本実施形態による半導体発光装置では、開口部 44 の形状が円柱状なので、丸いパターンを形成してポリイミド層 36 c をエッチングする必要があるが、本変形例では四角形のパターンを形成すればよい。パターン描画装置の性能上、丸いパターンを微細に形成するのは困難であるが、四角形のパターンは微細に形成するのが容易である。

## 【0079】

従って、本変形例によれば、微細な半導体発光装置に適用することが可能となる。

【0080】

(変形例(その2))

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例(その2)を図13を用いて説明する。図13は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。なお、図13において、一部の構成要素は省略されている。

【0081】

図13に示すように、本変形例による半導体発光装置は、開口部44bが六角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

【0082】

本変形例では開口部44bが六角柱状に形成されているので、シリコン窒化膜38の基板10に沿った断面が六角形を構成する。従って、本具体例によれば、ボンディングにより加えられる力に対するシリコン窒化膜38の耐力を強くすることができる。

【0083】

[変形実施形態]

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0084】

例えば、第1及び第2実施形態では、シリコン窒化膜38を全面に形成したが、シリコン窒化膜38は、少なくともポリイミド層36乃至36eの側面に形成されていればよい。シリコン窒化膜38が少なくともポリイミド層36乃至36eの側面に形成されていれば、ボンディングの際にポリイミド層36乃至36eが歪むのを抑制することができるからである。

【0085】

また、第1実施形態では、シリコン窒化膜をポリイミド層36乃至36bの側面に形成したが、ポリイミド層36乃至36bの側面に形成する膜はシリコン窒化膜に限定されるものではない。ボンディングの際にポリイミド層36乃至36bが歪んでしまうのを抑制できる膜であれば、例えばシリコン酸化膜、アルミナ膜、又はポリシリコン膜等の硬度の高いあらゆる膜を用いることができる。

【0086】



また、第2実施形態では、シリコン窒化膜を開口部44乃至44b内の内壁に形成したが、開口部44乃至44bの内壁に形成する膜はシリコン窒化膜に限定されるものではない。ボンディングの際にポリイミド層36c乃至36eが歪んでしまうのを抑制できる膜であれば、例えばシリコン酸化膜、アルミナ膜、又はポリシリコン膜等の硬度の高いあらゆる膜を用いることができる。

## 【0087】

また、第1及び第2実施形態では、変調器領域とDFBレーザ領域とが別個に形成されている半導体発光装置を例に説明したが、変調器領域が別個に設けられていない半導体発光装置にも適用することができる。この場合、DFBレーザ領域に設けられたボンディングパッドの下に上述したようなポリイミド層を形成することもできる。

## 【0088】

また、第1及び第2実施形態では、ボンディングパッドの下にポリイミド層を形成する場合を例に説明したが、ボンディングパッドのみならず、フリップチップボンディングを行うための電極の下にポリイミド層を形成する場合にも適用することができる。この場合、電極は、基板上の一部のみならず全面に形成することができ、この全面に形成した電極の下に上述したようなポリイミド層を形成してもよい。

## 【0089】

## 【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッドが剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成されているので、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0090】

また、本発明によれば、ポリイミドより成る膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、ポリイ

ミドより成る膜が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッドが剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成されているので、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置を示す斜視図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 1）である。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 2）である。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 3）である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態の変形例（その 1）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態の変形例（その 2）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図 8】

本発明の第 2 実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 1）である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 2）である。

【図 1 1】

本発明の第 2 実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その 3）である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施形態の変形例（その 1）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 実施形態の変形例（その 2）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。

【図 1 4】

ボンディングの際のポリイミド層の歪みを示す概念図である。

【符号の説明】

8 … 電極

1 0 … 基板

1 2 … ガイド層

1 4 a … MQW 光吸収層

1 4 b … MQW 活性層

1 6 … クラッド層

1 7 … クラッド層

1 8 a … キャップ層

1 8 b … キャップ層

2 2 … 分離領域

2 4 a … 電極

2 4 b … 電極

2 4 c …ボンディングパッド  
2 4 d …ボンディングパッド  
2 6 …変調器領域  
2 8 …D F B レーザ領域  
3 0 …高抵抗埋め込み層  
3 2 …シリコン酸化膜  
3 4 …シリコン窒化膜  
3 6 …ポリイミド層  
3 6 a …ポリイミド層  
3 6 b …ポリイミド層  
3 6 c …ポリイミド層  
3 6 d …ポリイミド層  
3 6 e …ポリイミド層  
3 8 …シリコン窒化膜  
4 0 …ポリイミド層  
4 2 …シリコン窒化膜  
4 4 …開口部  
4 4 a …開口部  
4 4 b …開口部  
1 1 0 …基板  
1 3 4 …シリコン窒化膜  
1 3 6 …ポリイミド層  
1 3 8 …シリコン窒化膜  
1 2 4 …ボンディングパッド

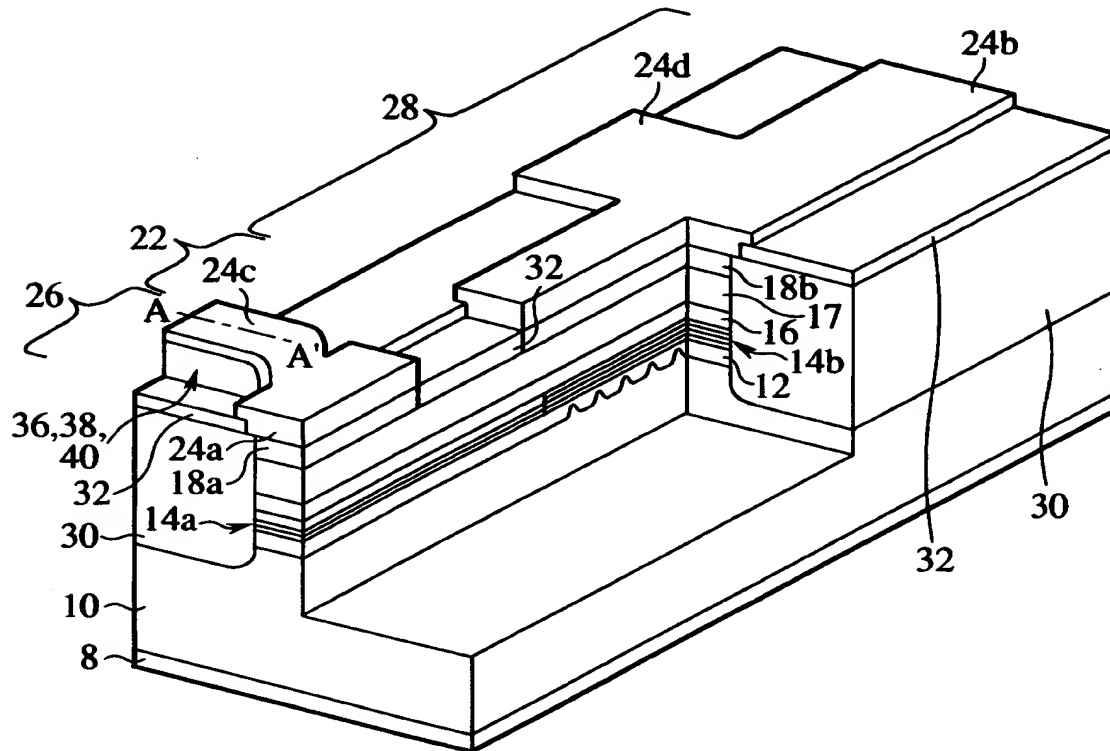
特平 1 1 - 0 7 3 5 0 0

【書類名】

図面

【図 1】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置を示す斜視図

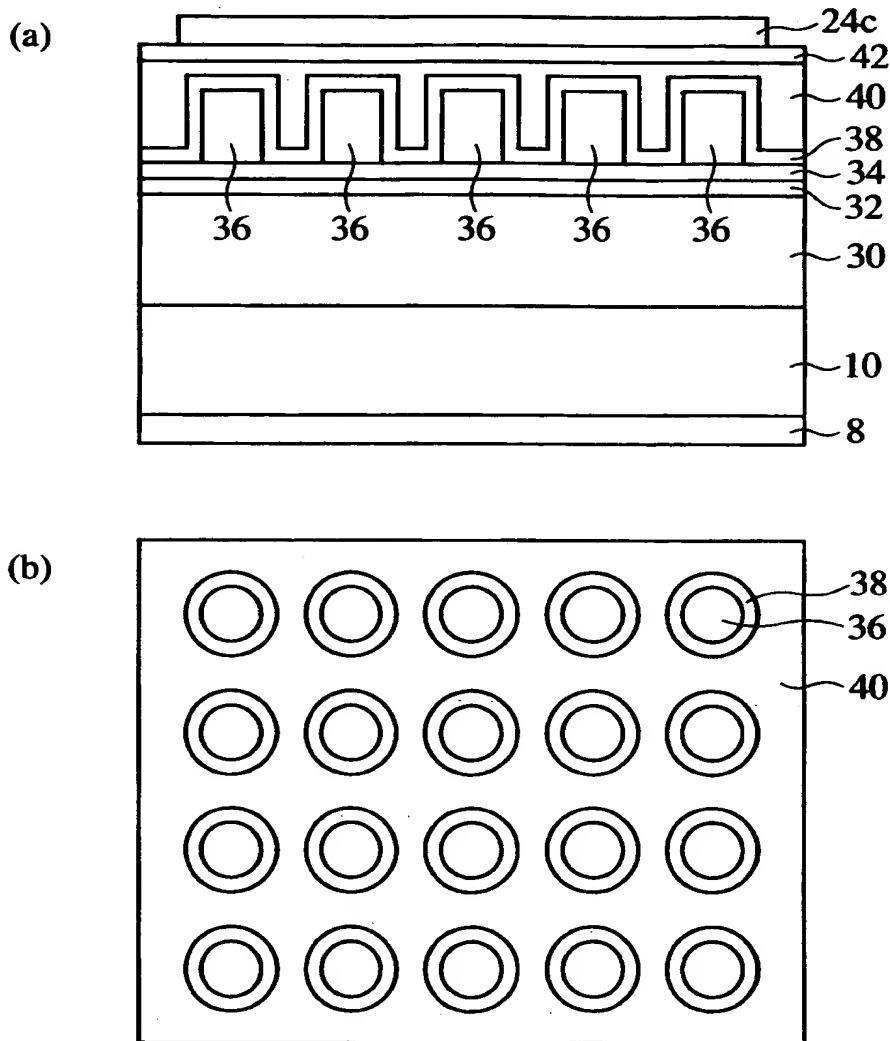


8…電極  
 10…基板  
 12…ガイド層  
 14a…MQW光吸収層  
 14b…MQW活性層  
 16…クラッド層  
 17…クラッド層  
 18a…キャップ層  
 18b…キャップ層  
 22…分離領域  
 24a…電極  
 24b…電極  
 24c…ボンディングパッド  
 24d…ボンディングパッド

26…変調器領域  
 28…DFBレーザ領域  
 30…高抵抗埋め込み層  
 32…シリコン酸化膜  
 36…ポリイミド層  
 38…シリコン窒化膜  
 40…ポリイミド層

【図 2】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
ボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図

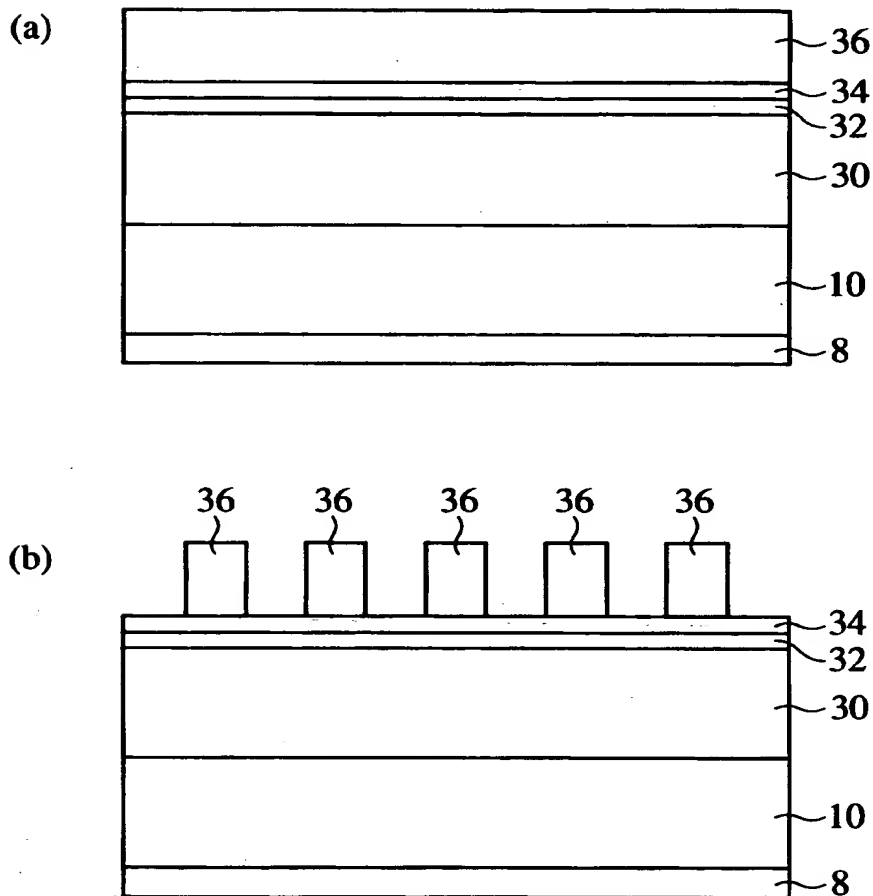


8…電極  
10…基板  
24c…ボンディングパッド  
30…高抵抗埋め込み層  
32…シリコン酸化膜

34…シリコン窒化膜  
36…ポリイミド層  
38…シリコン窒化膜  
40…ポリイミド層  
42…シリコン窒化膜

【図 3】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その1)

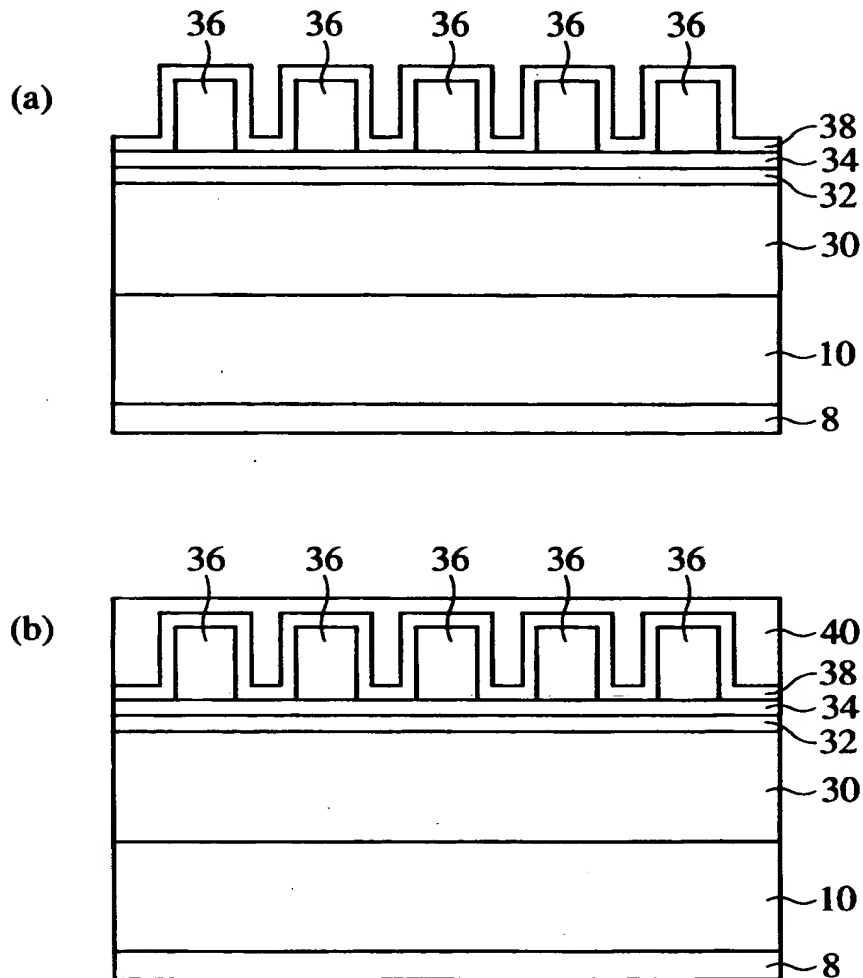


8…電極  
10…基板  
30…高抵抗埋め込み層  
32…シリコン酸化膜  
34…シリコン窒化膜  
36…ポリイミド層



【図 4】

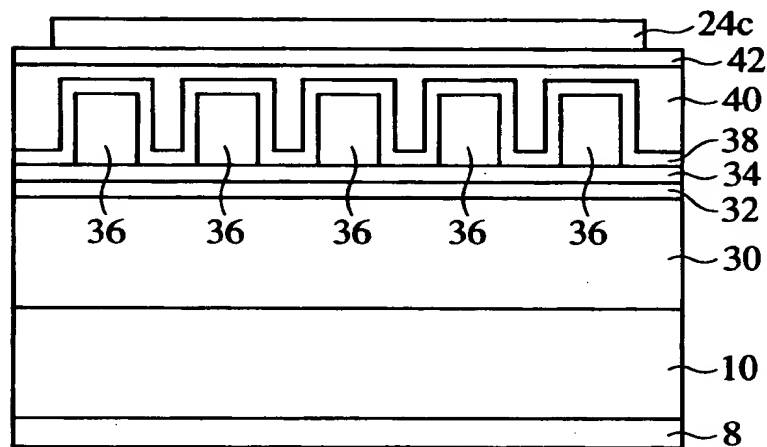
本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その2)



38…シリコン窒化膜  
40…ポリイミド層

【図 5】

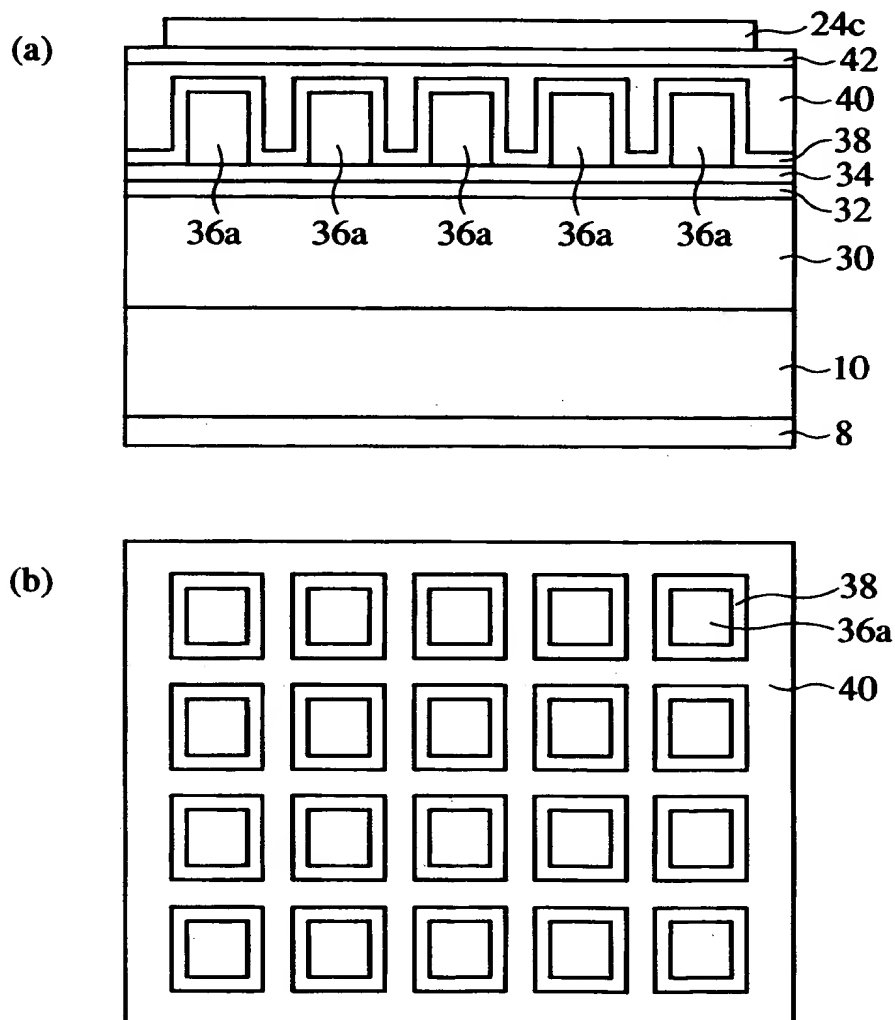
本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その3)



24c…ボンディングパッド  
42…シリコン窒化膜

【図6】

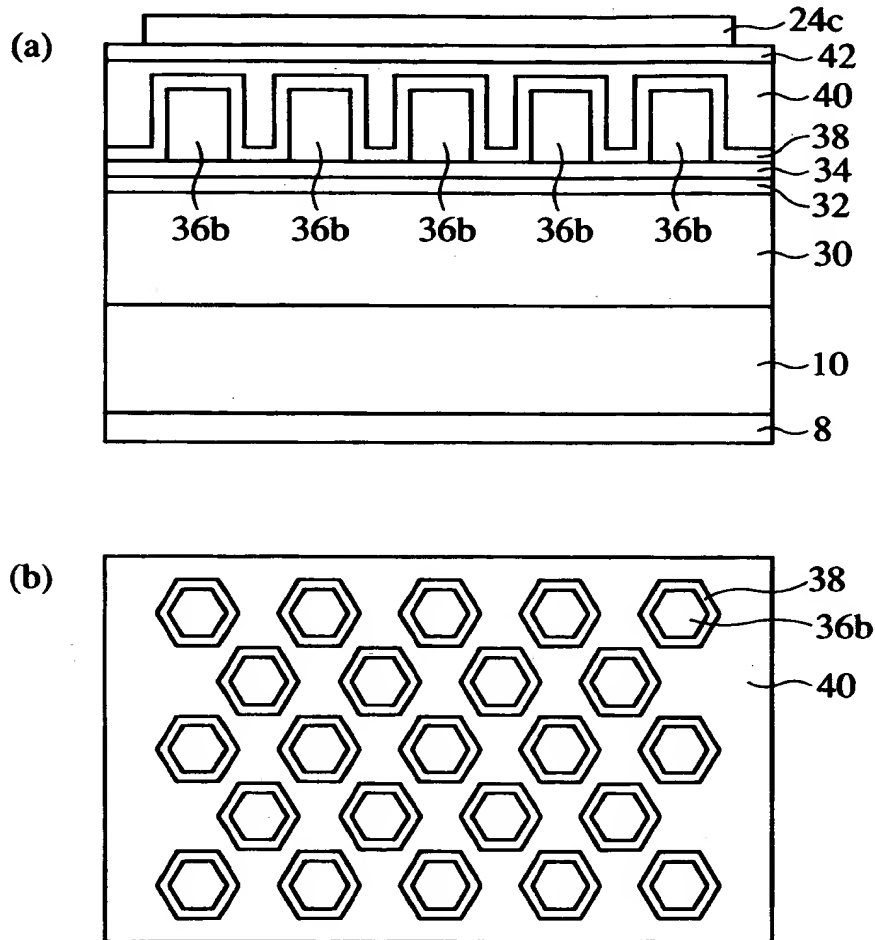
本発明の第1実施形態の変形例(その1)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



36a…ポリイミド層

【図 7】

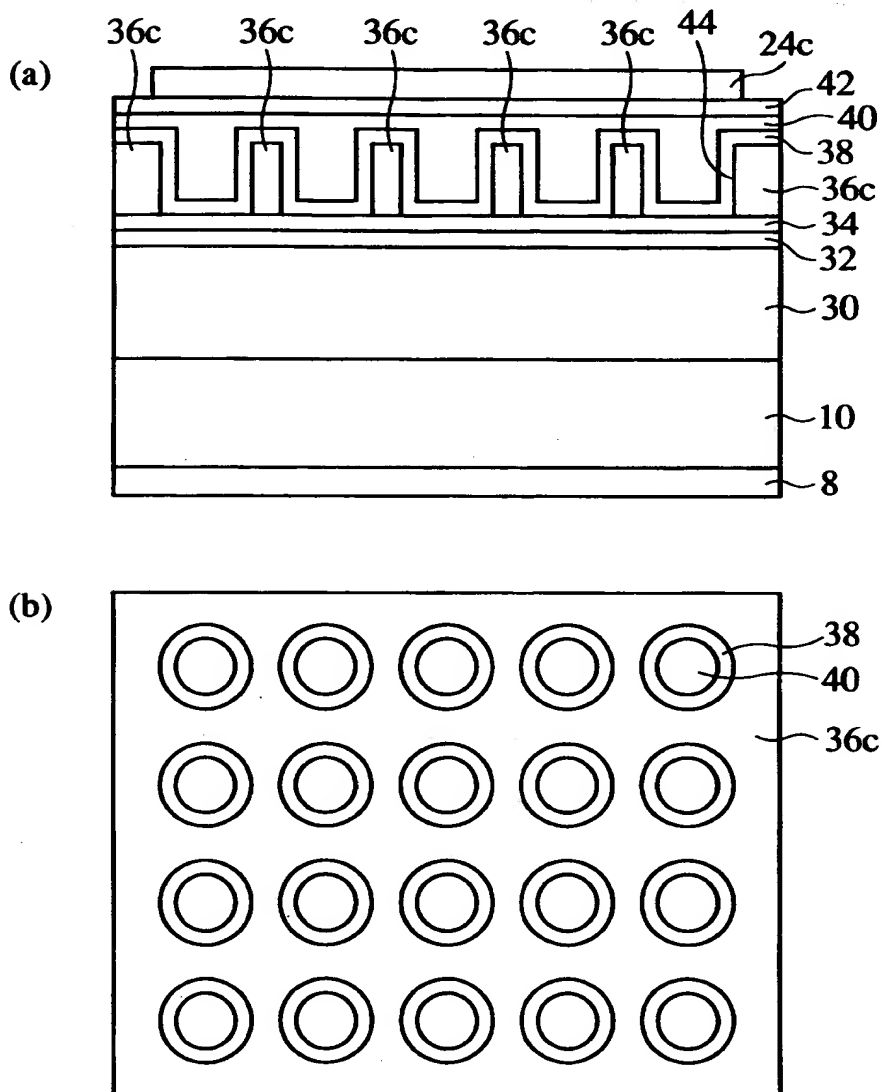
本発明の第1実施形態の変形例(その2)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



36b…ポリイミド層

【図 8】

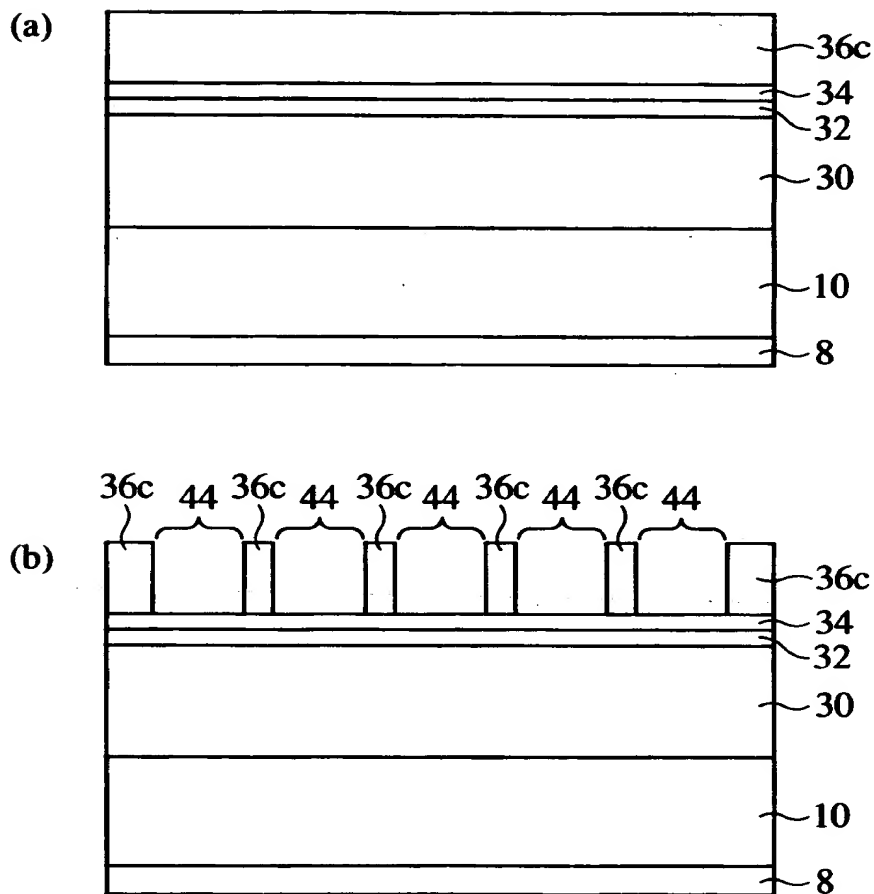
本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
ボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図



36c…ポリイミド層  
44…開口部

【図9】

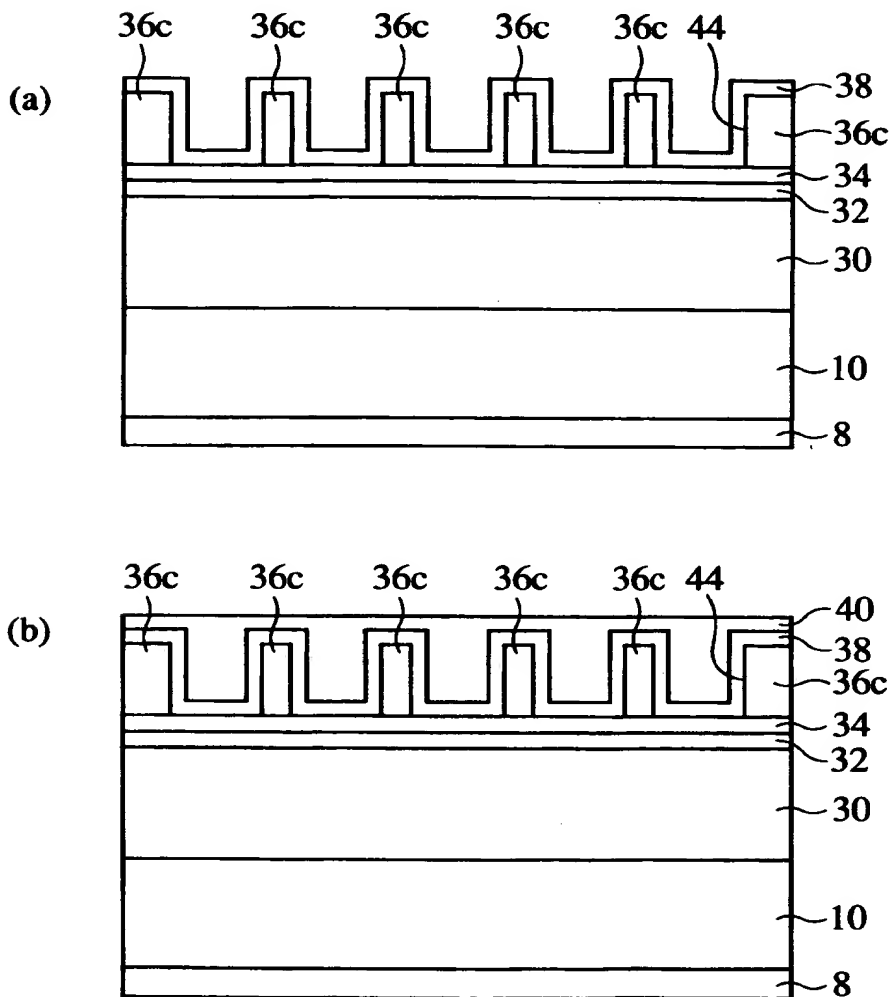
本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その1)



36c…ポリイミド層  
44…開口部

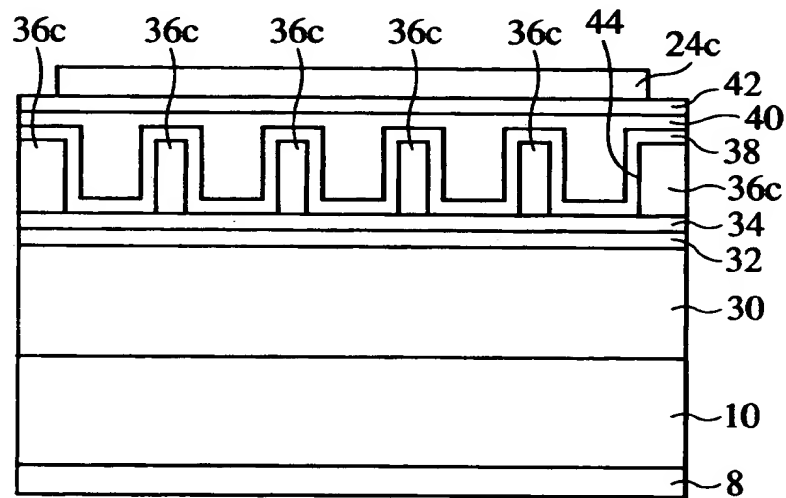
【図 1 0】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その2)



【図 1 1】

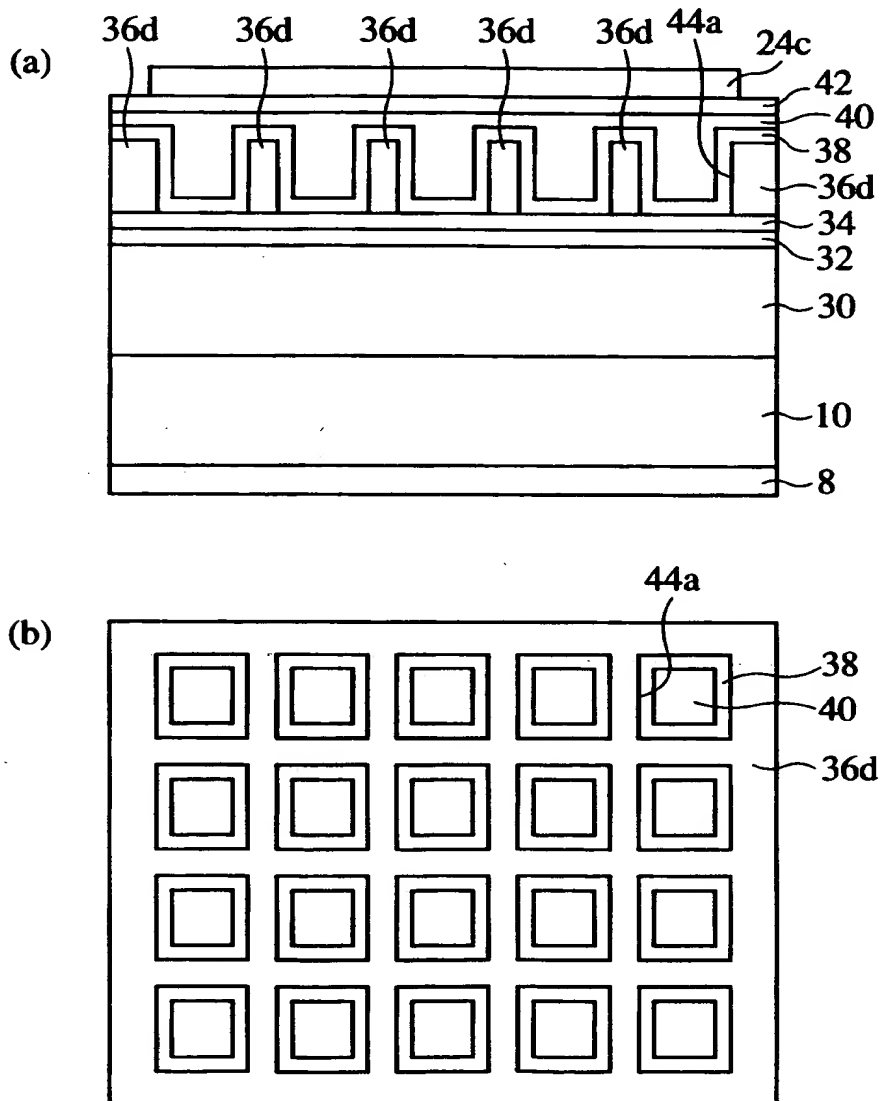
本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その3)





【図 1 2】

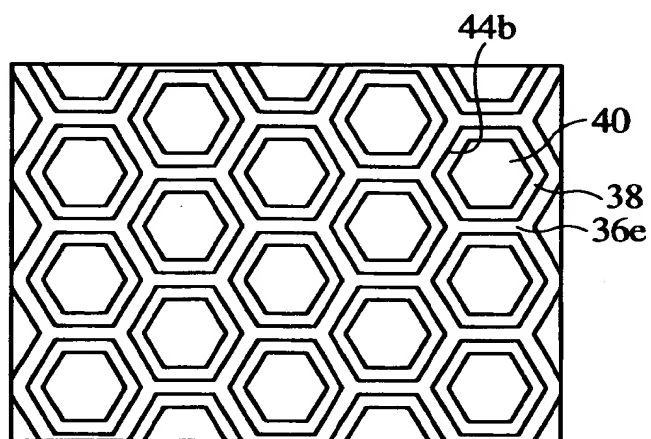
本発明の第2実施形態の変形例(その1)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



36d…ポリイミド層  
44a…開口部

【図 13】

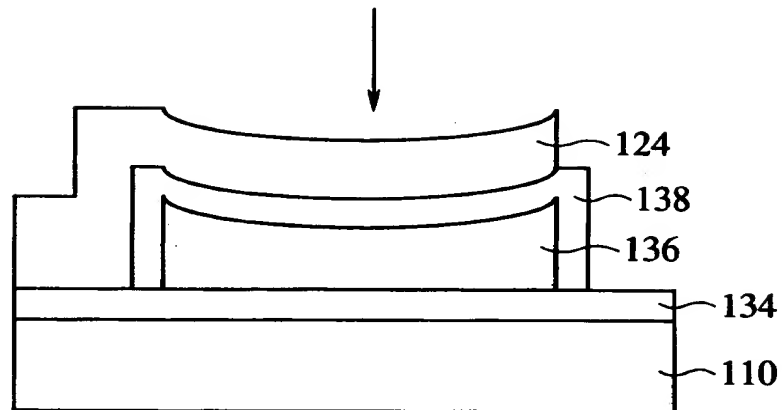
本発明の第2実施形態の変形例(その2)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図



36e…ポリイミド層  
44b…開口部

【図 1 4】

ボンディングの際のポリイミド層の歪みを示す概念図



- 110…基板
- 124…ボンディングパッド
- 134…シリコン窒化膜
- 136…ポリイミド層
- 138…シリコン窒化膜

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 下地との間の寄生抵抗を低減しうる電極構造及びその製造方法並びに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供する。

【解決手段】 下地基板 10 上に絶縁膜を介して導電膜 24 c が形成された電極構造であって、絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱 36 と、柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第 1 の膜 38 と、第 1 の膜が側面に形成された複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第 2 の膜 40 とを有している。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000154325]

1. 変更年月日 1992年 4月 6日

[変更理由] 名称変更

住 所 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原1000番地

氏 名 富士通カンタムデバイス株式会社